قياس مساهمة الماء الأرضي في الأستهلاك المائي لحنطة الخبز

سلوم برغوث سالم لمى صادق خضير*

قسم علوم التربة والموارد المائية وزارة الزراعة

كلية الزراعة – جامعة بغداد

المستخلص

لتحديد الأسهامات المحتملة للماء الأرضي في الأستهلاك المائي لمحصول الحنطة تحت نسب إستنفاذ و أعماق ري مختلفة نفذت تجربة في حقل الأبحاث التابع الى قسم المحاصيل الحقلية كلية الزراعة /جامعة بغداد للموسم الزراعي 2009/2008. إشتملت الدراسة ثلاثة مستويات من كميات مياه الري المضافة محسوبة على أساس إستنفاذ 50% ، 70% و 90% من سعة حفظ الماء الجاهز للنبات لثلاثة مستويات من عمق الري(الذي يمثل العمق الفعال للمنطقة الجذرية) وهي 0–30 سم من بداية الزراعة الى الحصاد و0–30 سم من الزراعة الى بداية التزهير ثم 0–60 سم من بداية التزهير الى الحصاد و0–60 سم من بداية الزراعة الى الحصاد. حسبت كميات المياه المضافة لكل رية لتعويض الأستنزاف الرطوبي خلال موسم النمو إعتمادا على قياسات المحتوى المائي بالطريقة الوزنية. حسبت مساهمة الماء الأرضي لكل رية من التغير في المحتوى المائي والجهد المائي قبل وبعد الري للطبقة المحددة بين نهاية المنطقة الجذرية ومستوى الماء الأرضي بطريقة مماثلة لتلك المستخدمة من قبل (1) بأستخدام المعادلة العامة للجريان. عند إستنفاذ 50% من سعة الماء الجاهز للنبات بلغت مساهمة الماء الأرضي 78 و69 و 25 ملم اي مايعادل 17.6 % و 14.5% و 4.7 % من التبخر– نتح الفعلي الكلي الذي كان 442 و 476 و 528 ملم/ موسم لأعماق الري 0–30 سم و 0–30 ثم 0–60 سم و0–60 سم على التوالي، أما عند إستنفاذ 70% من سعة الماء الجاهز للنبات فبلغت مساهمة الماء الأرضي 87 و 74 و 33 ملم/ موسم أي ما يعادل 20.0% و15.8% و 6.4% من التبخر– نتح الفعلي الذي كانت قيمه 436 و 467 و 518 ملم/موسم لأعماق الري 0–30 سم و 0–30 ثم 0–60 سم و0–60 سم على التوالي ، أما عند إستنفاذ 90% من سعة الماء الجاهز للنبات فبلغت مساهمة الماء الأرضي 93 و 79 و 37 ملم أي مايعادل 20.8% و 17.0% و 7.2% من التبخر– النتح الفعلي الذي كانت قيمه 427 و 464 و 512 ملم/موسم لأعماق الري 0–30 سم و 0–30 ثم 0–60 سم و0–60 سم على التوالي. بينت الدراسة إزدياد مساهمة الماء الأرضي بزيادة نسب الأستنفاذ من الماء الجاهز وحصلت أعلى مساهمة للماء الأرضي عند عمق الري 0–30 سم مقارنة ببقية أعماق الري لإنخفاض الجهد الكلي للماء عند هذه الطبقة بسبب حصول عملية التبخرمما أدى الى حركة الماء من الطبقات ذات الجهد المائي الأعلى الى هذه الطبقة وزيادة الطلب على الماء من قبل الجذور للطبقات العليا من التربة .

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences:126-137.2011 Salim &Kudayr

DETERMINATION OF WATER TABLE CONTR IBUTION TO ACTUAL VAPOTRANSPIRATION FOR BREAD WHEAT

Salloom B. Salim Lurna S. Kudayr

Department at Soil Sciences and Water Resurces Ministry of Agriculture

College of Agriculture- Baghdad

ABSTRACT

To determine the contribution from a shallow water table to the evapotranspiration process over the growing season or wheat under different depletion rates and Irrigation depth, a field study was carried out during 2008/2009 at the field of the College of Agriculture Baghdad. Three levels of depletion rates %50, %70, and %90 from available moisture and three Irrigation depths of the effective root zone, 0-30 cm from planting to the end of growing season, 0-30 cm from planting to flowering stage then 0-60 cm from flowering stage to the end of growing season and 0-60 cm from planting to the end of growing season. Amount of Irrigation water was applied to satisfy water depletion in soil over the grawing season. 'Water content deficit was determined by gravimetric method. Calculated water content deficit was based on measurements of soil water content by gravimetric method. Contribution from the water table during each Irrigation was calculated from changes in water content and hydraulic head measured before and after Irrigation for each layer between the end or root zone and the water table. Flux calculation was based on Richard equation and similar to Salim(2003) approach. It was found that at %50 depletion rate from available moisture water table contributed 78, 69, 25 mm during growing season which consitituted %17.6 , %14.5 , %4.7 from the total evapotranspiration for the 0-30 cm, 0-30 then 0-60 cm and 0-60 em irrigation depths, respectively. At (%70 depletion from available moisture water table contributed 87, 74, 33 mrn which consitituted %J20.0, % 15.8, %6.4 from total evapotranspiration for 0-30 cm, 0-30 then 0-60 cm and 0-60 cmirrigation depths, respectively. At %90 depletion (rom the available moisture water table contribution 93,79, 37 mm which consititutcd %20.8, %17.0, %7.2 of the total evapotranspiration for 0-30 cm, 0-30 then 0-60 cm and 0-60 cm irrigation depths, respectively. Results of this study showed that contribution of the water table increased with increased depletion rate of the available water in the root zone. Higher contribution from the water table occurred under 0-30 cm irrigation compared with 0-30 cm, 0-30 then 0-60 cm and 0-60 cm irrigation depths. Lower matric suction values were obtained at 0-30 cm due to evaporation and transpiration process resulting in higher gradient values.

المقدمة:

يعد حساب مساهمة الماء الأرضي في نمو المحاصيل جزءاً مهماً في دراسات الأحتياجات المائية للمحاصيل خاصة في الترب الناعمة النسجة وذات المستوى المرتفع من الماء الأرضي وفي الترب ذات البزل الضعيف (8). فقد بينت الدراسات أن الماء الأرضي قد يسهم في تجهيز متطلبات ري المحصول على أعماق قد تصل الى 2.5^{-3} م (9)، إذ تعتمد حركة و صعود الماء الأرضي الى طبقات التربة العليا على الحركة بالخاصية الشعرية والتي تعرف بأنها حركة الماء الأرضي الى الأعلى خلال مقد التربة (8) ، وتختلف حركة الماء بهذه الخاصية من عدة سنتمترات الى أمتار وهذا يعتمد على نسجة التربة وحجم المسامات البينية وهندسة توزيعها ووجود حالة طباقية التربة (9). ونظراً لكون عمق الماء الأرضي في الترب العراقية يتباين من 0.8-2.5 م بالأعتماد على نوع التنضيد للترب الرسوبية (10) فقد نتج عنه صعود الماء بالخاصية الشعرية وتجهيز المنطقة الجذرية بكميات أسهمت في سد نسبة مهمة من الأستهلاك المائي للمحصول.

أجريت في العراق العديد من الدراسات لمعرفة مدى مساهمة الماء الأرضي في الأستهلاك المائي للمحاصيل وقد تعددت طرق قياسه وتقديره منها عن طريق تثبيت عمق معين منه، ففي دراسة نفذت في لايسميترات وجد أن الماء الأرضي عند عمق 3.2م قد أسهم في الأحتياج المائي لمحاصيل الحنطة والذرة والقطن وأن هذه المحاصيل قد أستهلكت كميات متباينة من الماء الأرضي (11). وفي دراسة أخرى وجد أن حوالي 83 و24 و8 و4 و3% من حاجة التبخر- النتح الفعلي لمحصول الحنطة أستلمت من الماء الأرضي للأعماق 0.91 و 1.83 و 2.74 و 3.66 و 4.57 م (12). كما تباينت نسب مساهمة الماء الأرضي الى مجموع الماء المستهلك لمحصول الحنطة تحت تأثير أعماق مختلفة من الماء الأرضي في تجربة أجريت في أعمدة معدنية (2). وفي دراسات أخرى تم قياس مساهمة الماء الأرضي في الأستهلاك المائي لمحصول الحنطة بأستخدام الموديلات الرياضية كذلك عمليا بأستخدام اللايسميترات أذ وجد أن مساهمة الماء الأرضي كانت 46% عندما كان الماء الأرضي على عمق 125 سم (3). كما وجد أن حوالي 35 و40% من حاجة التبخر- النتح الفعلي لمحصول الذرة الصفراء أستلمت من الماء الأرضي (4). كما قدرت نسبة مساهمة الماء الأرضي في الأستهلاك المائي لمحصول زهرة الشمس والذرة الصفراء بأستخدام معادلة الموازنة المائية (5) و(6). وفي دراسة لمتطلبات ري بعض المحاصيل الرئيسية (13) أستخدمت التنشوميترات والواح جبسية لقياس جهد/ محتوى ماء التربة وأظهرت نتائج هذه الدراسة إن جدولة الري المبنية على الأحتياجات المائية الفعلية للنبات بوجود مستوى ماء أرضي ضحل يمكن أن يزيد من إنتاجية المحصول ويوفر من مياه الري، ووجد الباحثون إن محصول الحنطة إستحصل جميع أحتياجاته المائية من ماء أرضي على عمق 0.4 م عن سطح التربة في حين إستحصل محصول زهرة الشمس 80% من إحتياجاته المائية من الماء الأرضي. كما أسهم الماء الأرضي على عمق 0.6 م من سطح التربة بـ 3.6 ملم/ يوم من الماء الموجود في المنطقة الجذرية وبلغت نسبة المساهمة 18% من الأستهلاك المائي الفعلي لمحصول الذرة الصفراء (14). وجد (15) إن 50% من الأحتياجات المائية الفعلية للجت كانت من ماء أرضي تحت مستوى أقل من 1.2 م وملوحته أقل من4 دسي سيمنز.م$^{-1}$، وزادت قدرة إستخدام ماء أرضي عند عمق 2م من قبل النبات بزيادة نمو المحصول وحصل إنخفاض جوهري في إنتاجية النبات عندما زادت ملوحة الماء الأرضي عن4 دسي سيمنز.م$^{-1}$.

إن سرعة وكمية الماء المتحركة من الماء الأرضي نحو المنطقة الجذرية وسطح التربة في الترب الحقلية تحدث تحت ظروف الجريان غير المشبع وهذا يتحقق عند وجود انحدارات في الجهد المائي مما يتطلب قياس التغير في المحتوى المائي والجهد المائي للمنطقة المحصورة بين مستوى الماء الأرضي ومنطقة

عمق الري الفعال، ونظراً لعدم وجود دراسات ميدانية مسبقة لقياس مساهمة الماء الأرضي لذا أجريت هذه الدراسة لتحديد المعدل اليومي لمساهمة الماء الأرضي في التبخر– النتح الفعلي لمحصول الحنطة اللازم لمعالجة شحة المياه من خلال استخدام الممارسات الحقلية اللازمة لإدارة ماء الري تحت منسوب ماء أرضي ضحل يسهم في تغذية المنطقة الجذرية لسد جزء من الأحتياجات المائية للمحصول.

المواد والطرائق :

أجريت هذه الدراسة في الموسم الزراعي 2009/2008 في حقل الأبحاث التابع الى قسم المحاصيل الحقلية في كلية الزراعة /جامعة بغداد الواقعة ضمن خط طول 44.12 شرقا وخط عرض 33.20 شمالاً وإرتفاع 34.1 م فوق مستوى سطح البحر. صنفت تربة الحقل بانها ذات نسجة مزيجة طينية غرينية مصنفة تحت المجموعة Typic Torrifluvent Subgrop و يوضح الجدول(1) بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لمادة تربة الحقل ولعمق الدراسة وفقاً للطرائق الواردة في (16). حرثت الأرض بالمحراث المطرحي القلاب بصورة متعامدة ثم أجريت عمليات التنعيم والتسوية وقسم موقع الدراسة الى وحدات تجريبية أبعادها 2م× 2م أحيطت كل وحدة تجريبية بأربعة أكتاف إرتفاعها 20 سم وأحتوت الوحدة التجريبية على 10 خطوط المسافة بين خط واخر 20 سم، تركت مسافة 2.5 م بين الألواح الرئيسية و2 م بين الألواح الثانوية لتسهيل خدمة المحصول و السيطرة على الحركة الأفقية للماء بين الألواح إن حصلت. زرعت بذور الحنطة (*Triticum aestivum*) صنف أبو غريب 3 بتأريخ 2008/11/27 وتمت الاضافة بمعدل 130 كغم بذور/هكتار. أضيفت الأسمدة الى موقع التجربة وحسب التوصيات السمادية (7). أجريت عمليات التعشيب يدوياً طيلة موسم النمو وحصدت النباتات في 2009/5/4 . قدرت العلاقة بين المحتوى المائي الحجمي والشد المائي على نماذج غير مثارة بطريقة أعمدة الماء المسلطة (الأقماع الزجاجية) وعلى نماذج مثارة بطريقة قدور الضغط واستتخدم إنموذج van Genuchten (17) لوصف العلاقة بين المحتوى المائي الحجمي وعمود الشد بأستعمال برنامج RETC (18). تضمن الري ثلاثة مستويات من كميات مياه الري المضافة محسوبة على أساس النسبة المئوية المستهلكة من الماء الجاهزللنبات. أضيف ماء الري بعد استنفاذ 50%، 70%، 90% من الرطوبة الجاهزة للمنطقة الجذرية ، كما تضمن الري ثلاثة مستويات من عمق الري المضاف وهي 0–30 سم من بداية بداية الزراعة الى الحصاد و0–30 سم من الزراعة الى بداية التزهير ثم من 0–60 سم من بداية التزهير الى الحصاد و0–60 سم من بداية الزراعة الى الحصاد. حسبت كميات المياه المضافة لكل رية لتعويض الأستنزاف الرطوبي خلال موسم النمو إعتماداً على قياسات المحتوى المائي بالطريقة الوزنية، أضيفت كمية مياه الري اللازم بواسطة عداد تصريف (Water meter) دقة 10^{-3} م^3 (1لتر) إرتبط بنهاية أنبوب قطره 5 سم مرتبط بمضخة الماء الخاصة بالتجربة. تم نصب بئر مراقبة (Observation wells) لقياس مستوى الماء الأرضي بشكل دوري أثناء فترة الدراسة. أستخدمت التنشوميترات ذات المقياس (Gauge Tensiometer) داخل الوحدات التجريبية لقياس التغير في الجهد الهيكلي عند الأعماق 30 و 60 و 90 سم اللازم للحصول على الأنحدار في الجهد المائي قبل وبعد 24 ساعة من الري لتحديد إتجاه حركة الماء، وقد حسبت مساهمة الماء الأرضي من حساب التدفق للطبقات 90–30 سم و 90–60 سم وحسب عمق الري.

جدول .1 بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة موقع الدراسة

الصفة	الوحدة	القيمة
الايصاليه الكهربائية (Ec)	ديسيسيمنز.م$^{-1}$	4.2
درجة التفاعل (pH)		8.1
الكاربونات	ملي مكافئ.لتر$^{-1}$	0.2
البيكاربونات		5.6
الكالسيوم		8.6
المغنسيوم		6.0
الصوديوم		7.9
البوتاسيوم		16.0
الكبريتات		15.5
الكلورايد		16.4
الكثافة الظاهرية	ميكاغرام.م$^{-3}$	1.48
المسامية الكلية	سم^{3}.سم$^{-3}$	0.55
الرمل	غم.كغم$^{-1}$	121
الغرين	غم.كغم$^{-1}$	489
الطين	غم.كغم$^{-1}$	390
النسجة		مزيجة طينية غرينية

1. بعد قياس المحتوى المائي والجهد المائي عند الأعماق 30، 60، 90 سم قبل وبعد 24 ساعة من الري فأن تدفق الماء في طبقة تربة تنحصر بين مستويين تم تحديدهما بعمق التنشوميترات يعطى بالمعادلة الأتية (20):

إذ أن:

q = التدفق سم. يوم$^{-1}$

θ = المحتوى المائي الحجمي سم^{3}.سم$^{-3}$

تعد معادلة (19) الأساس النظري لهذه الدراسة وأجريت الحسابات حسب الطريقة التي أوردها (1) وكما يلي:

$$q = \int_{Z_i}^{Z_{i+1}} (\partial\theta/\partial t) dz \cdots (1)$$

i = عداد مستوى أعماق التنشوميترات لطبقة التربة المحصورة بين المستويين $i+1, i$ خلال الرية.

t = زمن القياس (يوم)

2. بعد قياس الجهد الهيكلي عند الأعماق 30، 60 و90 سم بواسطة التنشوميترات قبل وبعد 24 ساعة من الري فأن الجهد الكلي للماء عند هذه الأعماق يمثل مجموع الجهد الهيكلي وجهد جاذبية الأرض حسب المعادلة:

$$\Psi = \Psi m + \Psi g \cdots (2)$$

إذ أن:

Ψ = الجهد الكلي (سم ماء)

Ψm = الجهد الهيكلي (سم ماء)

Ψg = جهد جاذبية الأرض (سم ماء)

3. تم حساب معدل الأنحدار في الجهد المائي بين زمني القياس t1 و t2 للطبقة المحصورة بين **المستويين اللذين تم تحديدهما** بمركز القرص المسامي للتنشومبتر بالمعادلة الأتية:

$$\frac{\Delta\psi}{\Delta Z}=\frac{1}{2}\left[\frac{\psi_{zi+1}-\psi_{zi}}{Z_{i+1}-Z_i}\Big|t_2\right]+\frac{1}{2}\left[\frac{\psi_{zi+1}-\psi_{zi}}{Z_{i+1}-Z_i}\Big|t_1\right]\cdots(3)$$

إذ أن:

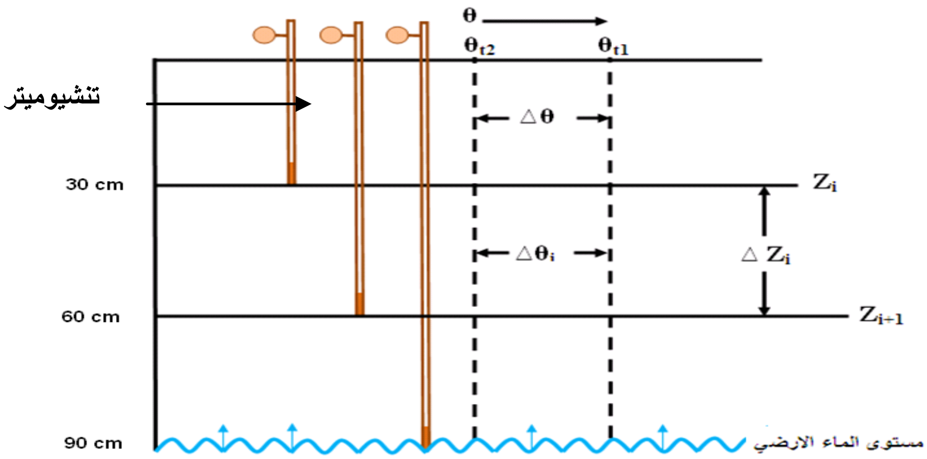
i = عداد لأعماق القياس

$\frac{\Delta\psi}{\Delta Z}$ = معدل الأنحدار في الجهد المائي بين زمني القياس (قبل وبعد الري)

.

4.إن النسبة بين $\frac{q}{\Delta\psi/\Delta Z}$ تمثل معدل الأيصالية المائية غير المشبعة للطبقة المحصورة بين مستويين i و $i+1$ خلال الرية.

5. أستخدم البرنامج Excel لأجراء الحسابات العددية اللازمة لحل المعادلات أعلاه. ويبين الشكل الاتي مخطط لمقد التربة يوضح موقع التنشوميترات



شكل 1. مخطط مقد التربة يوضح أعماق التنشوميترات وحساب المعادلات 1، 2 و 3

النتائج والمناقشة :

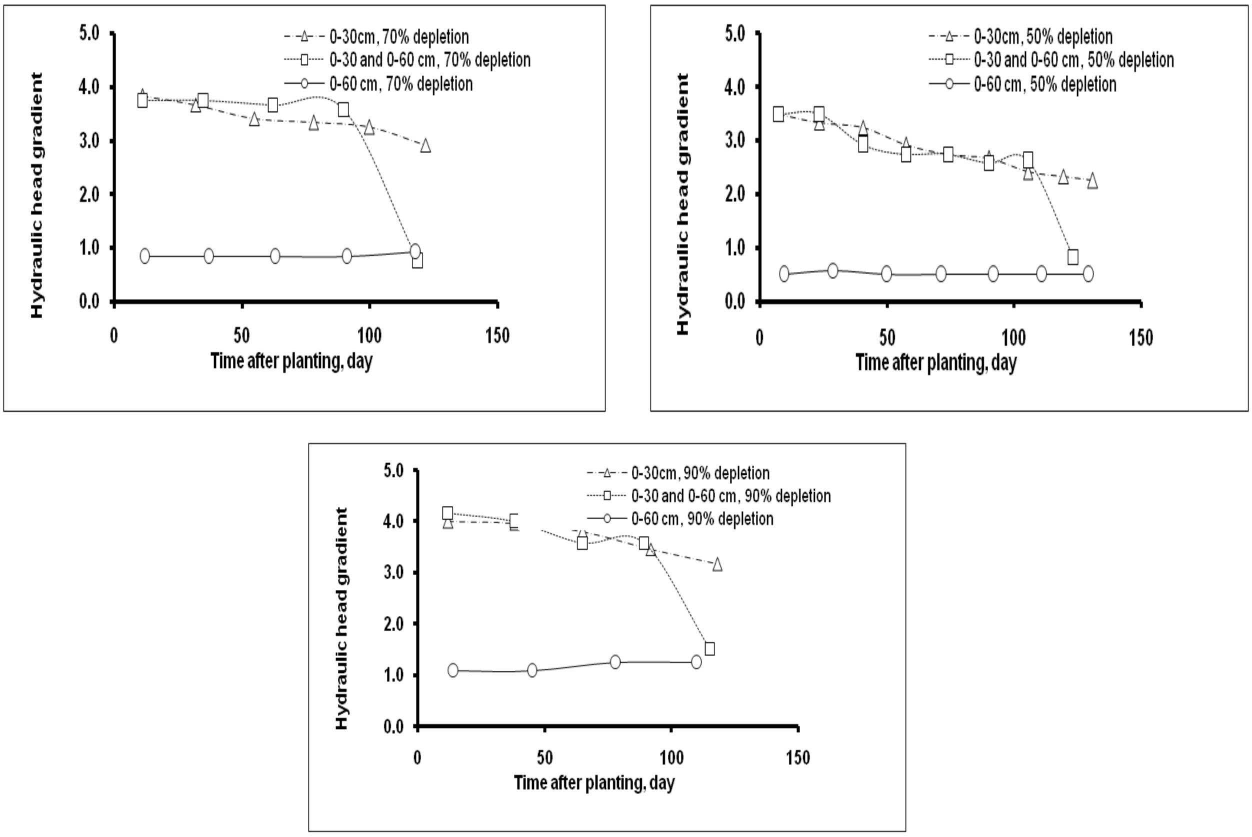
الجهد الكلي:

لقد كان الجهد الكلي للماء عند المستوى 90 سم (الذي يمثل تقريباً معدل منسوب الماء الأرضي طيلة موسم النمو) أعلى من الجهد الكلي للماء عند المستويين 30 سم و60 سم لجميع المعاملات مما تسبب في حركة الماء الى الأعلى من العمق 90 سم بأتجاه المنطقة الجذرية ومساهمته في الأحتياج المائي لمحصول الحنطة طيلة فترة نمو المحصول. إنخفض الجهد الكلي للماء عند العمق 30 سم إنخفاضاً حاداً ولجميع المعاملات عند نهاية فترة الري حتى وصل في بعض المعاملات الى (500− سم ماء) إلا إنه إرتفع بعد 24 ساعة من الري ليصبح أعلى من الجهد المائي عند السعة الحقلية وقد تسبب ذلك في تجاوز جبهة الترطيب العمق الفعال للمنطقة الجذرية لعمق

الري 30 سم إلا أن ذلك لم يتجاوز حيز التأثير Sphere of influence للقرص المسامي الذي يبلغ طوله 7 سم والذي يتمركز عند أعماق الدراسة (يمر المستوى 30 ،60، 90 من منتصف القرص المسامي). إن مايثبت محدودية حركة الماء الى اسفل العمق الفعال للمنطقة الجذرية لعمق ري 30 سم هو كون الجهد المائي عند العمق 60 سم لم يتغيير إضافة الى حصول إنخفاض حاد في الجهد المائي عند العمق 30 سم خلال الرية. ومباشرة بعد 24 ساعة من الري، إن الجهد المائي عند العمق 60 سم لم يطرأ عليه تغيير يذكر خلال موسم النمو إلا أن الجهد المائي عند هذا العمق إزداد بزيادة نسب الأستنفاذ من الماء الجاهز. على الرغم من إن الجهد المائي عند العمق 90 سم يشير الى إنه سالباً(التربة غير مشبعة) إلا إن ذلك يتفــق مع مابينــه (21) من أن المحتوى المائي عند الأشباع θ_s هو أقل بنسبة 5- 10% من الحد الأعلى للمحتوى المائي θ_m الذي يمثل المسامية الكلية لعدم حصول حالة الأشباع التام.

الأنحدار في الجهد المائي:

لكي يتحرك الماء بين مستويين لابد من وجود إنحدار في الجهد المائي بينهما ويشير الأنحدار في الجهد المائي الى الفرق في الجهد الكلي بين مستويين مقسوماً على المسافة بينهما (أفقياً أو عمودياً)، وعليه فمن المتوقع إن يكون الأنحدارفي الجهد المائي بين المستويين 30 و 90 سم أعلى من الأنحدارفي الجهد المائي بين المستويين 60 و90 سم لكون الفرق في الجهد الكلي للماء بين المستويين 30 و 90 سم أعلى من الجهد الكلي للماء بين المستويين 60 و 90 سم ولجميع المعاملات (شكل، 2). لقد حدد موقع التنشوميترات عند الأعماق 30 و 60 و 90 سم لحساب الأنحدار في الجهد المائي بين المستويين 30 و 90 سم والمستويين 60 و 90 سم ولجميع المعاملات إذ يبين الشكل 2 معدل الأنحدار في الجهد المائي للمعاملات المختلفة خلال فترة النمو كما يبين إن الأنحدار في الجهد المائي بين المستويين 30 و 90 سم كان أعلى من الأنحدار في الجهد المائي بين المستويين 60 و90 سم بسبب الأنخفاض الحاد في الجهد الهيكلي عند العمق 30 (معاملة ري 0-30 سم و إستنفاذ 90% من سعة الماء الجاهز للنبات) كان بسبب التبخر من سطح التربة وإمتصاص الماء من قبل النبات مما أدى الى زيادة قيمة الأنحدار بين العمقين 30 و 90 سم ، ومن جانب أخركانت قيم الأنحدار في الجهد المائي لمعاملة ري 0-30 ثم 0-60 سم مقاربة لقيم الأنحدار لعمق ري 0- 30 سم لحين تغيير عمق الري ليصبح 0-60 سم إذ حصل إنخفاض حاد في الأنحدار في الجهد المائي ليصبح أقل من وحدة واحدة (شكل،2) دلالة على إن جبهة الترطيب لعمق ري 0-60 سم بعد التزهيرقد وصلت الى العمق 60 سم وأصبح الجهد المائي عند هذا العمق مقارباً الى العمق 90 سم. إذ بلغت قيم الأنحدار في الجهد المائي عند المستويين 60 و 90 سم 0.6 ، 0.7 ، 1.6 أي ما يقارب وحدة واحدة وهذا يتفق مع ماوجده سالم (1) الذي بين إن الأنحدار في الجهد المائي بين المستويين 100 و 120 سم إقترب من وحدة واحدة عندما كان مستوى الماء الأرضي عند مستوى 120 سم. كما نلاحظ من الشكل(2) حصول زيادة في الأنحدار في الجهد المائي بزيادة نسب الأستنفاذ فقد بلغ معدل 2.8 و 3.3 و 3.6 لعمق ري 0-30 سم عند نسب الأستنفاذ 50% 70% و 90% حسب الترتيب. زاد الأنحدار في الجهد المائي بين المستويين 60 و 90 سم عند عمق الري 0-60 سم و بلغ معدله 0.5 و 0.9 و 1.1 لمعاملات الأستنفاذ 50% ، 70% ، 90% حسب الترتيب.



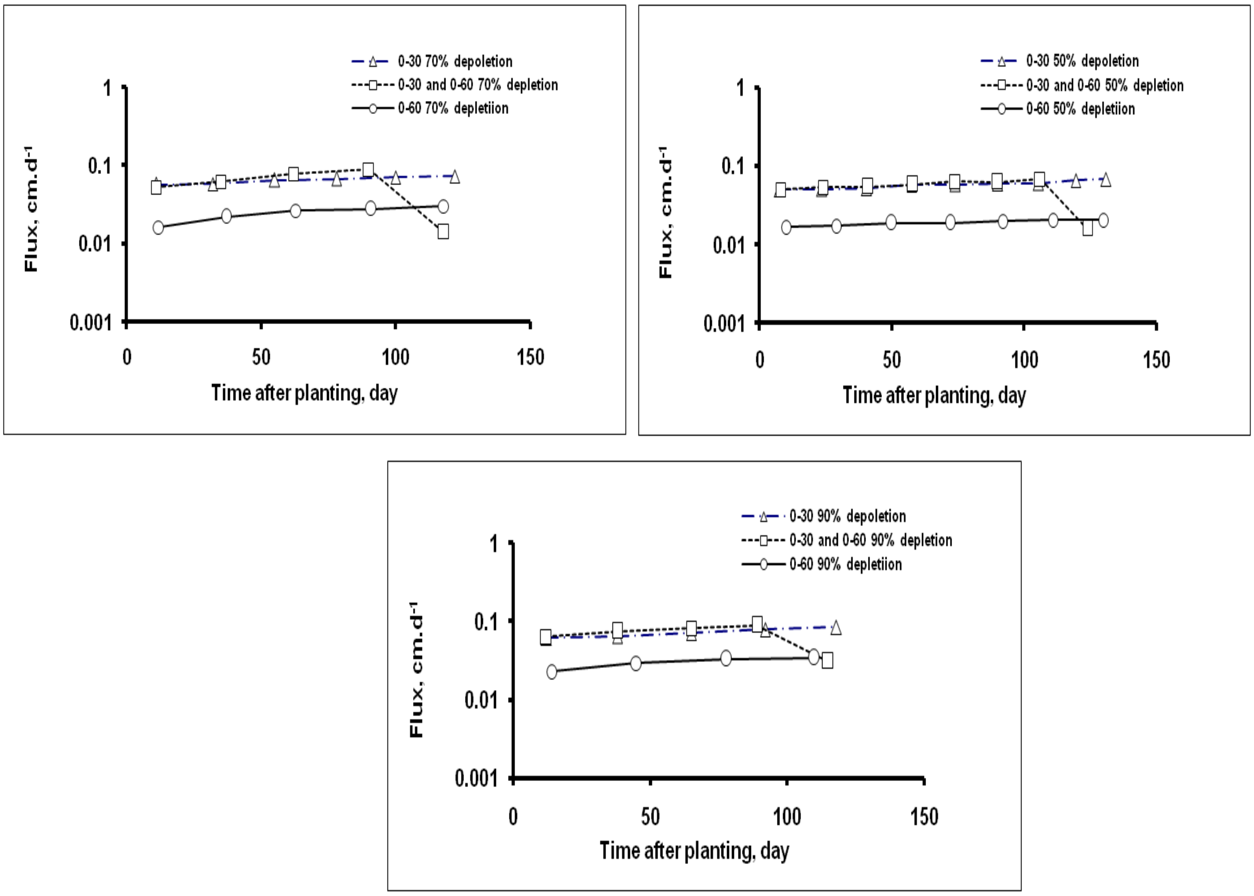
شكل 2. الانحدار في الجهد المائي خلال فترة نمو محصول الحنطة للطبقة المحصورة بين عمق الري والعمق 90 سم (الذي يمثل تقريبا مستوى الماء الارضي) عند إستنفاذ 50% ، 70% ، 90% من الماء الجاهز لاعماق الري 0–30 سم ، 0–30 ثم 0–60 سم ، 0–60 سم.

التدفق:

تدفق الماء بشكل مستمر طيلة موسم نمو المحصول بأتجاه العمق الفعال للمنطقة الجذرية الفعالة وقد بينت قياسات الجهد المائي بعدم حصول حركة للماء بأتجاه العمق 60 سم في معاملات الري 0–30 سم كذلك لم تحصل حركة للماء بأتجاه العمق 90 سم لمعاملات الري 0–60 سم. يبين الشكل (3) مساهمة الماء الأرضي بشكل تدفق Flux يومي (ملم/يوم). يلاحظ من الشكل حصول أعلى تدفق بين المستويين 30سم و90سم مقارنة مع المستويين 60 سم و90 سم ولجميع نسب الأستنفاذ 50% و70% و90% بسبب الأستنفاذ العالي من العمق 30سم طيلة موسم النمو، ومن جانب اخر كانت هناك زيادة في قيم التدفق لمعاملة عمق الري 0–30 سم خلال موسم النمو كذلك لمعاملة عمق الري 0–30 ثم 0–60 سم لحين تغيير عمق الري ليصبح 0–60 سم إذ حصل إنخفاض في قيم التدفق لأنخفاض الأنحدار بين المستويين 60 سم و90 سم، أما عند معاملة الري 0–60 سم يلاحظ من الشكل حصول زيادة في قيم التدفق خلال موسم النمو، كما إن هناك زيادة في قيم التدفق بزيادة نسب الأستنفاذ ولجميع أعماق الري.

الأيصالية المائية غير المشبعة:

تعكس الأيصالية المائية غير المشبعة قابلية التربة على نقل الماء ضمن جزءها المسامي تحت تأثير الفرق في الأنحدار في الجهد المائي، وهي كما هو معروف ثابت العلاقة بين الأنحدار والتدفق إذ يزداد التدفق بزيادة الأنحدار مع بقاء الأيصالية (k) ثابتة عند محتوى مائي ثابت، إلا إن هذه العلاقة لاتكون صالحة تحت ظروف التدفق العالي. يزداد تدفق الماء عند زيادة الأنحدارإلا إن العكس يحصل للأيصالية المائية عند نفس المحتوى المائي، من جانب أخر



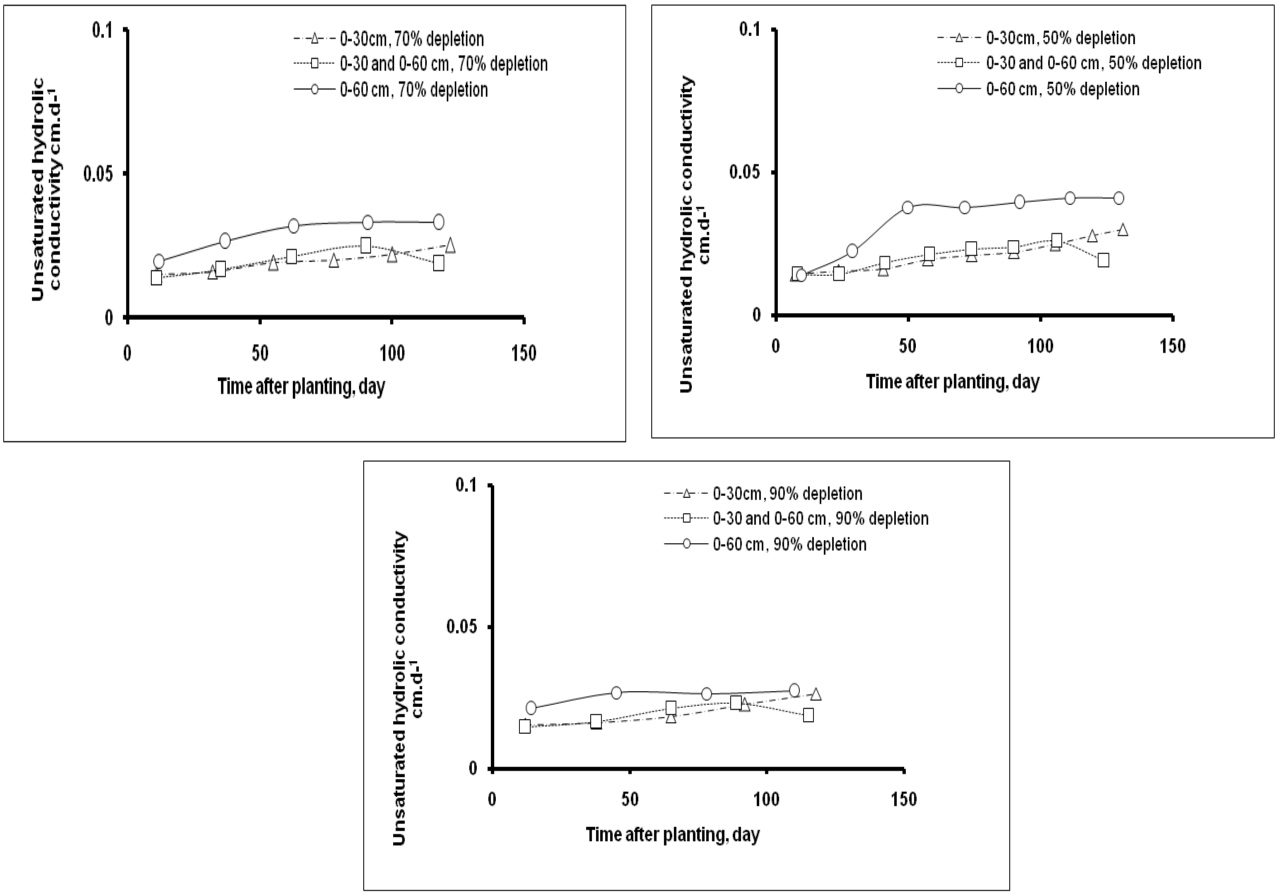
شكل 3. تدفق الماء الارضي الى الاعلى (سم. يوم $^{-1}$) للمساهمة في التبخر – النتح الفعلي لمحصول الحنطة عند إستنفاذ 50% ، 70% ، 90% من الماء الجاهز لأعماق الري 0–30 سم ، 0–30 ثم 0–60 سم ، 0–60 سم خلال فترة نمو المحصول.

يتطلب إنحدار وتدفق أقل للحصول على نفس الأيصالية، بمعنى أخر إنه عند نفس التدفق تقل k بزيادة الأنحدار تحت ظروف الجريان غير المستقر. يلاحظ من (الشكل، 4) إزدياد معدل k في المعاملة 50% إستنفاذ مقارنة مع معاملتي الأستنفاذ 70% و90% لأن الأيصالية هي دالة الى المحتوى المائي الذي كان اعلى لمعاملة استنفاذ 50% مقارنة مع بقية المعاملات، كما يلاحظ زيادة في معدل الأيصالية عند معاملة عمق الري 0–60 سم وذلك لأنخفاض الأنحدار بين المستويين 60 و 90 سم مقارنة مع معاملة عمق الري 0–30 سم، وفي معاملة عمق الري 0–30 ثم 0–60 سم إنخفضت قيم k بعد التزهيروذلك لأنخفاض الأنحدار والتدفق بين المستويين 60 سم و90 سم (شكل ، 4).

مساهمة الماء الأرضي في التبخر– النتح الفعلي للحنطة (ETa)

إن المنسوب المرتفع للماء الأرضي طيلة موسم النمو (شكل، 5) وحركته الى الأعلى بالخاصية الشعرية كتدفق قد ساهم في سد جزء من الأستهلاك المائي للحنطة (جدول، 2) ، فقد كانت مساهمة الماء الأرضي في الأحتياج المائي لمحصول الحنطة خلال الموسم 2008/2009 عند معاملة إستنفاذ 50% من

3



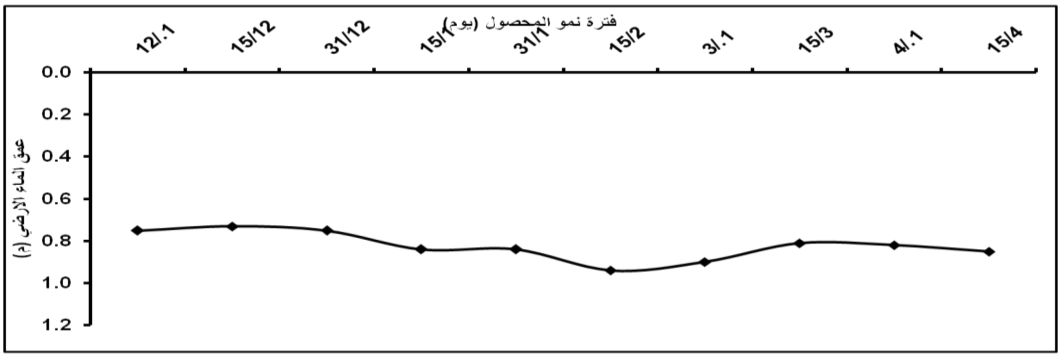
شكل4. الايصالية المائية غير المشبعة من الماء الارضي (سم. يوم $^{-1}$) كدالة الى المحتوى المائي للطبقة المحصورة بين عمق الري والعمق 90 سم (الذي يمثل تقريباً مستوى الماء الأرضي) الجاهز عند إستنفاذ 50% ، 70% و 90% من الماء الجاهز للنبات لاعماق الري 0-30 سم ، 0-30 ثم 0-60 سم ، 0-60 سم خلالموسم نمو الحنطة.

سعة الماء الجاهز للنبات 78 و 69 و 25 ملم أي مايعادل 17.6% و 12.6% و4.5% من التبخر-النتح الفعلي الكلي الذي كان 441.6 و 476.1 و 528.1 ملم /موسم لأعماق الري 0-30 سم و 0-30 ثم 0-60 سم و0-60 سم على التوالي، أما عند إستنفاذ 70% من سعة الماء الجاهز للنبات فقد بلغت مساهمة الماء الأرضي 87 و 74 و 33 ملم أي مايعادل 20.0% و15.8% و 5.9% من التبخر - النتح الفعلي الكلي الذي كانت قيمه 435.9 و 467.0 و 517.8 ملم/ موسم لأعماق الري 0-30 سم و 0-30 ثم 0-60 سم و0-60 سم، على التوالي. أما عند إستنفاذ 90% من سعة الماء الجاهز للنبات فقد بلغت مساهمة الماء الأرضي 93 و 79 و 37 ملم أي مايعادل 21.7% و 17.0% و 7.2% من التبخر- النتح الفعلي الكلي الذي كان 427.2 و 463.9 و 511.6 ملم/ موسم لأعماق الري 0-30 سم ، 0-30 ثم 0-60 سم و0-60 سم على التوالي (جدول، 3). تبرز أهمية دراسة مساهمة الماء الأرضي في الأستهلاك المائي في توفير جزء من ماء الري المضاف وفي نفس الوقت المحافظة على إنتاجية إقتصادية فيلاحظ من (جدول، 3) إن الماء الأرضي قد ساهم في توفير 21.3% و16.7% و 4.9% من كمية ماء الري المضاف خلال الموسم للمعاملة إستنفاذ 50% من سعة الماء الجاهز للنبات لأعماق الري 0-30 سم ، 0-30 ثم 0-60 سم و0-60 سم على التوالي، أما عند إستنفاذ 70% من سعة الماء الجاهز للنبات فقد بلغت نسب مساهمة الماء الأرضي 25.0% و 18.7% و 6.7% من كمية ماء الري

المضاف خلال الموسم لأعماق الري 0–30 سم ، 0–30 ثم 0–60 سم و0–60 سم على التوالي، في حين وفر الماء الأرضي 27.9% و 20.6% و 7.8% من كمية ماء الري المضاف عند إستنفاذ 90% من سعة الماء الجاهز للنبات. يلاحظ بصورة عامة أن أعلى نسب لمساهمة الماء الأرضي كانت عند عمق الري 0–30سم مقارنة بعمقي الري 0–30

جدول 2. الأستهلاك المائي الفعلي ونسبة مساهمة الماء الأرضي لمحصول الحنطة للموسم الزراعي 2009/2008 لمعاملات الأستنفاذ وأعماق الري المختلفة

نسب الأستنفاذ من الماء الجاهز (%)	عمق الري (سم)	الأستهلاك المائي الفعلي الكلي(ملم)	مساهمة الماء الأرضي (ملم)	مساهمة الماء الأرضي في ET_a الكلي %	مساهمة الماء الأرضي في ماء الري %
%50	30–0	442	78	%17.6	%21.4
	30–0 ، 60–0	476	69	%14.5	%17.0
	60–0	528	25	%4.7	%5.0
%70	30–0	436	87	%20.0	%24.9
	30–0 ، 60–0	467	74	%15.8	%18.8
	60–0	518	33	%6.4	%6.8
%90	30–0	427	93	%20.8	%27.8
	30–0 ، 60–0	464	79	%17.0	%20.5
	60–0	512	37	%7.2	%7.8



شكل 5. مستوى الماء الأرضي خلال فترة نمو محصول الحنطة

ثم 0–60سم و0–60 سم ويعزى السبب في ذلك الى التبخر من سطح التربة وزيادة الطلب على الماء من قبل الجذور للعمق 0–30 سم مما تسبب بأنخفاض حاد في المحتوى المائي وزيادة الأنحدار في الجهد المائي بين العمقين 30 و 90 سم وحركة الماء الأرضي الى الأعلى. كما يلاحظ إزدياد مساهمة الماء الأرضي بزيادة نسب الأستنفاذ من الماء الجاهز للنبات.بينت نتائج دراسة مساهمة الماء الأرضي في التبخر– النتح لمحصول الحنطة وقد تباينت نسب المساهمة بأختلاف نسب الأستنفاذ الرطوبي وأعماق

الري المختلفة إذ إزدادت نسب المساهمة بزيادة نسب الأستنفاذ و كانت أعلى مساهمة للماء الأرضي عند إستنفاذ 90% مقارنة مع إستنفاذ 50% و 70% من الماء الجاهز للنبات كما كانت أعلى مساهمة عند عمق الري 0–30 سم مقارنة مع عمقي الري 0–30 ثم 0–60 سم و0–60 سم. يتطلب ادارة ماء الري ومعالجة شحة المياه إجراء المزيد من الدراسات الميدانية لتحديد مساهمة الماء الأرضي في التبخر–النتح للمحاصيل المختلفة خاصة في المناطق التي يرتفع فيها منسوب الماء الأرضي من أجل توفير جزء من ماء الري المضاف وفي نفس الوقت المحافظة على إنتاجية إقتصادية.

المصادر:

1. سالم، سلوم برغوث. 2003. الخصائص المائية غير المشبعة لتربة معاملة وغير معاملة بزيت الوقود تحت إسلوبي الجريان الموجي و المستمر. أطروحة دكتوراة – قسم التربة والمياه– كلية الزراعة – جامعة بغداد.

2. كريم ، طارق حمه. 1978.تاثير عمق الماء الأرضي ونسجة التربة على إنتاج حنطة المكسيباك رسالة ماجستير – قسم التربة– كلية الزراعة – جامعة بغداد .

3. سليمان، عامر داود، زكريا وأيسر عبود. 1986.الأستهلاك المائي الأقصى وعلاقته بالتبخر من حوض ماء التبخر . معهد المياه والتربة– وزارة الري – نشرة علمية رقم 153.

4. سليمان، عامر داود وحسين فياض ومكارم محمد صالح وحمدة عبد الستار.1996. مشروع دراسة المقننات المائية لمحصولي الحنطة والذرة الصفراء.

5. الجبوري، كامل مطشر مالح.2002. إستعمال منظمات النمو النباتية في تطوير نبات زهرة الشمس (Helianthus annuus L.) لتحمل الجفاف وتحديد إحتياجاته المائية. أطروحة دكتوراه– قسم علوم المحاصيل الحقلية– جامعة بغداد.

6. الحديثي، سيف الدين عبد الرزاق سالم.2002. جدولة الري الناقص لمحصول الذرة الصفراء لزيادة كفاءة أستخدام المياه. أطروحة دكتوراه– قسم علوم التربة والمياه– كلية الزراعة.جامعة بغداد.

7. جدوع، خضير عباس.1995. الحنطة حقائق وإرشادات. منشورات وزارة الزراعة. الهيئة العامة للأرشاد والتعاون الزراعي.

8. Kovda, V. A., C. Vandenberg, and R. M. Hangun. 1973. Irrigation, Drainageand Salinity. FAO, UNESCO, London.

9. Haque, Z. 1985. Irrigation requirement of sunflower under shallow water table condition in central Iraq. Ministry of Irrigation, Sci. Bull. No 107, Baghdad, Iraq.

10. Moltchanov, E.M, S. A. Jubboori and A. A. Al-Saffar.1978. The extent of capillary rise in stratified Mesopotamian alluvial soils and recommended drain depth .Tech. Bull No.56, SOSLR, Baghdad, Iraq.

11. Asghar, A. C., A. R. khan and H. S. Zaidi. 1962. Studies in lysimeter I: crop planning for Salinity control. DLR, Lahore; Vol.II.No 7.

12. Abdur Rehman, M. A. and Z. Haque. 1977. Lysimetric studies on irrigation requirements in relation to depth of water table. Proc. Esso. Seminar on Water Manage. for Agric. Lahore 2:125-137.

13. Kahlown, M. A.and M. Abdur Raoof. 2003.Determination of crop water requirement of major crops under shallow water –table conditions.Pcrwr@ isb.comsats.net.pk©PCRWR 2003H/ No.3,Street 17,F-6/2,Islamabad-Pakistan.

14. Panoras, B.C., A.Georgoussis, H.Arampatzis,G.Hatzigiannakis and E. Papamichail. .2007. Contribution to

irrigation from shallow water table under field conditions. Agric. Water Management, 92(3):205-210.

15. Ayers, J. E., P. Shouse and S. M. Lesch. 2008. Shallow ground water use by alfalfa. alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/08-115.Pdf.

16. Klute , A. 1986. Methods of soil Analysis. Agronomy Mono. No. 9 Part 1. Physical and Mineralogical Methods..Madison Wisconsin. USA.

17. Van Genuchten, M. Th., F. J. Leij and S. R. Yates. 1991. The RETC code for quantifying the hydraulic functions of unsaturated soils. Report no. EPA/600/2/2-91/065. Ada, okla.:U.S. Environmental Protection Agency, R. S. Kerr Environmental Research Laboratory.

18. Yate, S.N., M.Th.Van Genuchten, H.W. Warrick and F.J. Leig. 1992. Analysis of measured, estimate and predicted hydraulic conductivity using RETC computer program. Soil Sci. Soc. Am. J. 56:347-354.

19. Richards, L.A. 1931. Capillary conduction of liquids through porous mediums. Physics 1 (5): 318–333.

20. Stone. L. R., T. C. Olson, and M.L. Horten. 1973. Unsaturated hydraulic conductivity for water management measured in Situ. Proc. S. D. Acad. Sci. 52:168-178.

21. Vogel T., M. Th. van Genuchten, M. Th., and M. Cislerova. 2001. Effect of the shape of the soil hydraulic functions near saturation on variably-saturated flow predictions. Adv. Water Resour. 24(2):133-144.